

COMMUNE DE LA COUVERTOIRADE (12)

**TRAÇAGE PREALABLE A L'IMPLANTATION DE LA
STATION D'EPURATION**

COMMUNE DE LA COUVERTOIRADE (AVEYRON)

Rapport Calligée Impact Station T10-12037

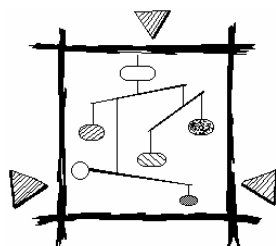


N° rév	Rédaction	Visa	Vérification	Visa	Approbation	Visa	Date application
1	C. SUBIAS W. MAJOREL		Davy DOUAY				Juin 2010

CALLIGÉE BRETAGNE
Zoopôle de Saint-Brieuc
Site des Croix - 26, rue des Fusillés
22440 PLOUFRAGAN
Tél. 02 96 76 03 62 - Fax : 02 96 76 29 68
E.mail : bretagne@calligee.fr

CALLIGÉE - SIÈGE SOCIAL
Site Atlanpole - École Centrale
1, rue de la Noë - BP 82118
44321 NANTES Cedex 03
Tél. 02 40 14 33 71 - Fax 02 40 14 33 72
E.mail : nantes@calligee.fr

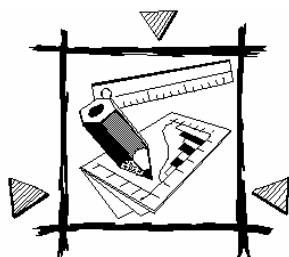
CALLIGÉE SUD-OUEST
Innopole
Le Prologue 2 - BP 2714
31312 LABEGE Cedex
Tél. 05 62 24 36 97 - Fax 05 61 39 07 28
E.mail : toulouse@calligee.fr



SOMMAIRE

LISTES DES TABLEAUX ET FIGURES	4
LISTES DES PHOTOS, CARTES ET ANNEXES	5
1 – INTRODUCTION.....	6
2 – CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	7
2.1 – CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL	7
2.2 – Contexte hydrogéologique	9
2.2.1 – Généralités sur les karsts	9
2.2.2 – Contexte hydrogéologique du causse.....	10
2.2.3 – Usages de l'eau.....	12
3 – OPERATION DE TRAÇAGE	13
3.1 – Objectifs	13
3.2 – Généralités	13
3.3 – Point d'injection.....	14
3.4 – Choix du traceur et quantités injectées.....	14
3.5 – Protocole d'injection	16
3.5.1 – Injection sur le site - STEP.....	16
3.5.2 – Injection sur le hameau de la Blaquérierie.....	17
3.6 – Suivi de la restitution	17
3.7 – Analyse des échantillons.....	18
3.8 – Suivi des débits	19
3.9 – Résultats.....	19
3.9.1 – Débit moyen de la Foux de la Vis.....	19
3.9.2 – Restitution	20
4 – DONNEES DU PROJET	23
4.1 – Données de charges polluantes.....	23
4.2 – Description des filières de traitement envisagées	25
A – « Lits plantés de roseaux »	25
B – « Disque biologique »	26
4.3 – Réglementation sur les rejets.....	27

5 – IMPACTS DU PROJET	28
5.1 – Impacts pendant la phase chantier	28
5.2 – Impacts pendant la phase exploitation.....	28
5.2.1 – Impacts de la charge organique.....	28
5.2.2 – Impacts bactériologiques	29
5 – CONCLUSION ET MESURES COMPENSATOIRES.....	30
5.1 – Conclusion	30
5.2 – Mesures compensatoires.....	31
5.2.1 – En phase chantier	31
5.2.2 – En phase exploitation.....	31
PHOTOS	32
CARTES.....	36
ANNEXES	38



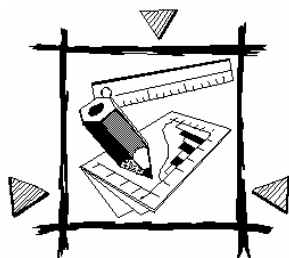
LISTES DES TABLEAUX ET FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Coordonnées du point d'injection	14
Tableau 2 : Limites de détection en laboratoire	14
Tableau 3 : Nature et quantité des traceurs injectés sur les différentes phases	16
Tableau 4 : Protocole d'injection dans l'aven de la STEP actuelle	16
Tableau 5 : Localisation des résurgences suivies	17
Tableau 6 : Equipement des points de suivi	18
Tableau 7 : Résultats du traçage à la Sulforhodamine B	21
Tableau 8 : Bilan des charges polluantes des eaux usées pendant la haute saison touristique et hors saison (source : Cabinet MERLIN)	24
Tableau 9 : Evaluation des charges hydrauliques pour une station de 275 E.H. avec 15 % d'eaux claires parasites	24
Tableau 10 : Réglementation des rejets d'ouvrage de traitement des eaux inférieure à 120 kg de DBO ₅ /jour	27
Tableau 11 : Concentrations attendues au niveau de la résurgence de la Vis (HE) avec un abattement de 0 %, de 60 % et de 95 % des charges polluantes	28
Tableau 12 : Charges bactériologiques des eaux usées brutes et traitées	29

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Log géologique de la zone d'étude (carte géologique n° 962 du Caylar)	8
Figure 2 : Coupe schématique de l'aquifère karstique des causses du Larzac et de Campestre (source : BRGM)	10
Figure 3 : Schéma fonctionnel d'un aquifère karstique	11
Figure 4 : Débits calculés à la résurgence de la Foux de la Vis et précipitations enregistrées à Cornus (Météo France)	19
Figure 5 : Courbe de restitution en Sulforhodamine à la Foux de la Vis	20
Figure 6 : Courbe de restitution de la Sulforhodamine B	22
Figure 7 : Variabilité de la fréquentation touristique journalière sur l'année 2008	23
Figure 8 : Vue en coupe d'un « Lits plantés de roseaux »	25
Figure 9 : Synoptique de la filière « Disques biologiques »	26



LISTES DES PHOTOS, CARTES ET ANNEXES

LISTE DES PHOTOS

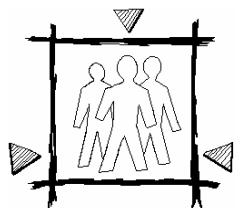
Photo 1 : Source du Durzon	34
Photo 2 : Préleveur automatique installé à la source du Durzon	34
Photo 3 : Fluorimètre installé à la source du Durzon	35
Photo 4 : Résurgence de la Foux de la Vis	35
Photo 5 : Préleveur automatique installé à la résurgence de la Foux de la Vis	36
Photo 6 : Résurgence de la Sorgue	36

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Traçage depuis l'aven de La Couvertoirade- Injection et suivi - mai 2010 (cartes géologiques BRGM)	38
--	----

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Résultat des traçages	40
Annexe 2 : Avis de l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique	41
Annexe 3 : Mémoire explicatif du traitement	42
Annexe 4 : Données de débit	43



1 – INTRODUCTION

La commune de La Couvertoirade est desservie par un réseau d'assainissement collectif. Le traitement des eaux usées issues du bourg est assuré par une station d'épuration (STEP) qui ne fonctionne plus correctement. Par conséquent, la collectivité a pris la décision de réhabiliter le système et a confié au Cabinet MERLIN la mission de maîtrise d'œuvre du nouveau projet. Deux solutions ont été retenues : le filtre planté de roseaux ou les disques biologiques. La capacité minimale de la station devra être de 275 équivalent-habitants (E.H.).

Après accord de l'architecte des bâtiments de France, une étude préliminaire a permis de déterminer l'implantation possible du projet, à 200 mètres de l'actuelle station de traitement située au Sud du bourg.

D'autres projets de mise aux normes des dispositifs d'assainissement sont en cours, notamment pour le hameau de la Blaquérierie.

La commune de La Couvertoirade se situe sur le causse du Larzac. Composé de calcaires karstifiés, celui-ci est drainé par plusieurs sources karstiques utilisées pour l'alimentation en eau potable (Durzon, Cernon) mais aussi pour la baignade et quelques piscicultures.

A la demande du service de Police de l'Eau, Monsieur Jean-Guy ASTRUC, hydrogéologue agréé, est intervenu en novembre 2009 afin d'émettre un avis hydrogéologique sur le projet. Il a demandé que soit réalisé un traçage hydrogéologique depuis l'aven situé à proximité de l'actuelle station d'épuration. Profitant de cette opération, la commune a demandé que soit réalisée une autre opération sur le hameau de la Blaquérierie; en cours d'étude. L'objectif de ces traçages est de déterminer l'exutoire des eaux d'infiltration des futures STEP et d'évaluer la sensibilité de la ressource à toute pollution.

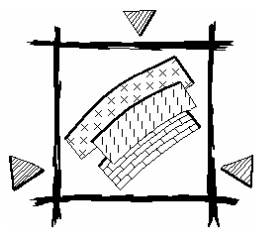
Cette opération a été confiée à CALLIGEE SUD OUEST (LABEGE – 31) et s'est déroulée du 11/05/2010 au 10/06/2010.

La mission demandée à CALLIGEE était la suivante :

- réaliser deux opérations d'injection, l'une depuis l'aven situé près de la station d'épuration actuelle, l'autre depuis le hameau de la Blaquérierie dans une fosse réalisée au tracto-pelle,
- suivre pendant 1 mois la restitution des traceurs sur 3 sources (Foux de la Vis, Durzon et Sorgues),
- interpréter et synthétiser les données dans un rapport.

La mission s'est déclinée en 3 phases distinctes :

- **Phase 1** : phase préalable (programmation et réalisation du traçage),
- **Phase 2** : suivi de la restitution (injection du traceur et suivi sur 30 jours),
- **Phase 3** : synthèse de la restitution et recommandations.



2 – CONTEXTES GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

2.1 – CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL

Les données ci-dessous sont issues de la carte géologique de la France au 1/50 000 n°962 du Caylar.

La commune de la Couvertoirade se situe sur le causse du Larzac méridional, vaste plateau calcaire et dolomitique daté du Jurassique. Il est limité à sa base par les formations imperméables du Trias.

Plus précisément, la lithologie des formations concernées (voir **figure 1**) est décrite ci-dessous, de la plus ancienne à la plus récente :

- **Lias :**
 - **Marnes du Toarcien** de couleur gris sombre et très épaisses (40 m).
- **Jurassique Moyen :**
 - **Dolomies inférieures du Bajocien supérieur** (dites du Caylar) d'épaisseur variant entre 15 et 20 mètres et de couleur rougeâtre (nommées « Roucat »).
 - **Calcaires du Bathonien inférieur et moyen**, constitués de calcaires en plaquettes de 20 mètres d'épaisseur, de dolomies ruiniformes d'une épaisseur comprise entre 80 et 100 mètres et de calcaires lapiazés. La source du Durzon émerge au niveau de cette formation.
 - **Dolomie du Bathonien supérieur de couleur grise sans stratification.** Le site d'implantation de la future station d'épuration du hameau de la Blaquérierie est situé sur cette formation.
- **Jurassique Supérieur :**
 - **Marnes et calcaires grumeleux de l'Oxfordien moyen**, constitués de marnes grises, de bancs calcaires décimétriques et se terminant par des dolomies conglomératiques. La résurgence de la Foux de la Vis émerge au niveau de cette formation.
 - **Calcaires lités de l'Oxfordien supérieur** en bancs de 0,40 à 2 mètres d'épaisseur, de couleur brun marron et d'une épaisseur maximale de 80 mètres.
 - **Calcaires sublithographiques bioclastiques en gros bancs du Kimméridgien inférieur**, souvent dolomitiques de couleur marron, brun à beiges.
 - **Calcaires sublithographiques ou bioclastiques et dolomies du Kimméridgien supérieur**, de couleur beige à brune et d'épaisseur variant entre 40 et 100 mètres. Le site d'implantation de la future station d'épuration du bourg est situé sur cette formation.

COUPES LITHOSTRATIGRAPHIQUES SYNTHÉTIQUES

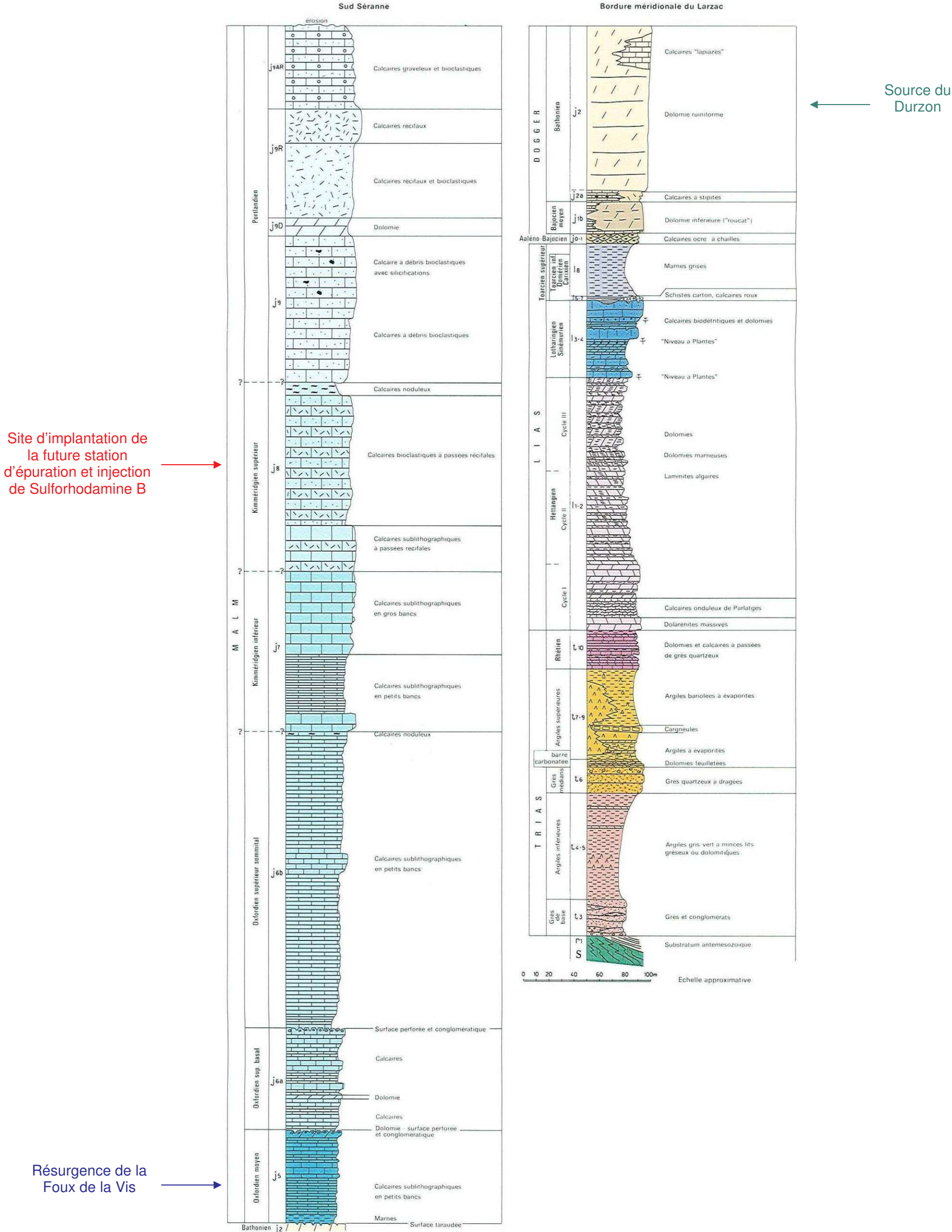


Figure 1 : Log géologique de la zone d'étude (carte géologique n° 962 du Caylar)

2.2 – CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

2.2.1 – Généralités sur les karsts

Les roches carbonatées, qui au départ ne possèdent pas une forte porosité, peuvent devenir des aquifères (*) à la suite d'actions physico-chimiques.

Ce processus dynamique, appelé **karstification**, est lié à la capacité des minéraux composant les roches carbonatées (calcite et dolomite) à se solubiliser en présence de gaz carbonique transporté par l'eau.

Il engendre une propriété caractéristique des massifs karstiques qui est l'organisation des écoulements souterrains, analogue à celle des réseaux hydrographiques de surface. Cette organisation entraîne un drainage progressif des eaux vers un nombre restreint de sources voire même vers un exutoire unique.

L'unité de référence est alors le **système karstique**, défini par A. MANGIN comme une unité de drainage.

Le développement des réseaux karstiques est un processus en perpétuelle évolution au cours du temps. Ce degré d'évolution est conditionné par :

- **l'énergie de karstification** dépendant de paramètres tels que les précipitations, le débit des pertes, la disponibilité en CO₂ la différence de potentiel hydraulique entre les points hauts et le niveau de base (rivière),
- **l'état de la structure** interne du massif (importance de la fracturation, degré de porosité, lithologie)

Le système karstique peut être décomposé en plusieurs sous-systèmes :

- **l'impluvium non karstique** c'est à dire la partie des bassins d'alimentation dont le réseau hydrographique est drainé en tout ou en partie par l'aquifère karstique (par l'intermédiaire de pertes par exemple),
- **la zone d'infiltration** qui représente la partie non saturée de l'aquifère assurant l'écoulement des eaux d'infiltration en profondeur. Ces eaux peuvent être temporairement retenues dans des structures proches de la surface et retarder ainsi les infiltrations (aquifère epikarstique),
- **la zone noyée** composée de **l'axe de drainage** (ou drain) où les écoulements se font très rapidement vers l'exutoire principal et les **Systèmes Annexes au Drainage** (SAD) constitués de vides individualisés. Ils constituent les principales réserves de la zone noyée et sont mal connectés avec le drain.

Ainsi, on considère qu'il n'existe pas qu'un seul type de karst mais une infinité en fonction de leur degré d'évolution, de leur structure mais aussi de leur fonctionnalité (organisation des vides et des écoulements).

A cause du caractère rapide et non filtrant des écoulements, les aquifères karstiques sont très vulnérables aux pollutions de toutes sortes.

() un aquifère est une roche perméable capable de stocker l'eau souterraine, permettant son captage en quantité appréciable*

Trois phénomènes peuvent modérer cette forte vulnérabilité du karst (A. LALLEMAND BARRES – J-C ROUX) :

- **l'autoépuration** qui peut exister dans la partie superficielle du karst et la zone noyée (couverture plus ou moins perméable et dans la zone noyée, colmatage),
- **le transit** d'une pollution qui va être fonction du degré d'organisation du drainage du système karstique mais aussi de la position de la source de pollution par rapport au drain et à ses systèmes annexes,
- **la forte dilution** du polluant dans la zone noyée.

Les systèmes les plus vulnérables seront donc les systèmes bien karstifiés, avec infiltration rapide des écoulements et une zone noyée de faible ampleur. Ces systèmes sont donc sujets à des pollutions brutales, de courte durée avec de fortes teneurs.

La connaissance de la structure des systèmes karstiques et de leur fonctionnement est donc prépondérante pour orienter des mesures de protection efficaces et durables.

2.2.2 – Contexte hydrogéologique du causse

Les formations carbonatées du Jurassique moyen et supérieur forment l'aquifère karstique du causse du Larzac qui fait plus de 400 mètres d'épaisseur. Cet aquifère est limité à sa base par les argiles et marnes du Lias supérieur (Toarcien).

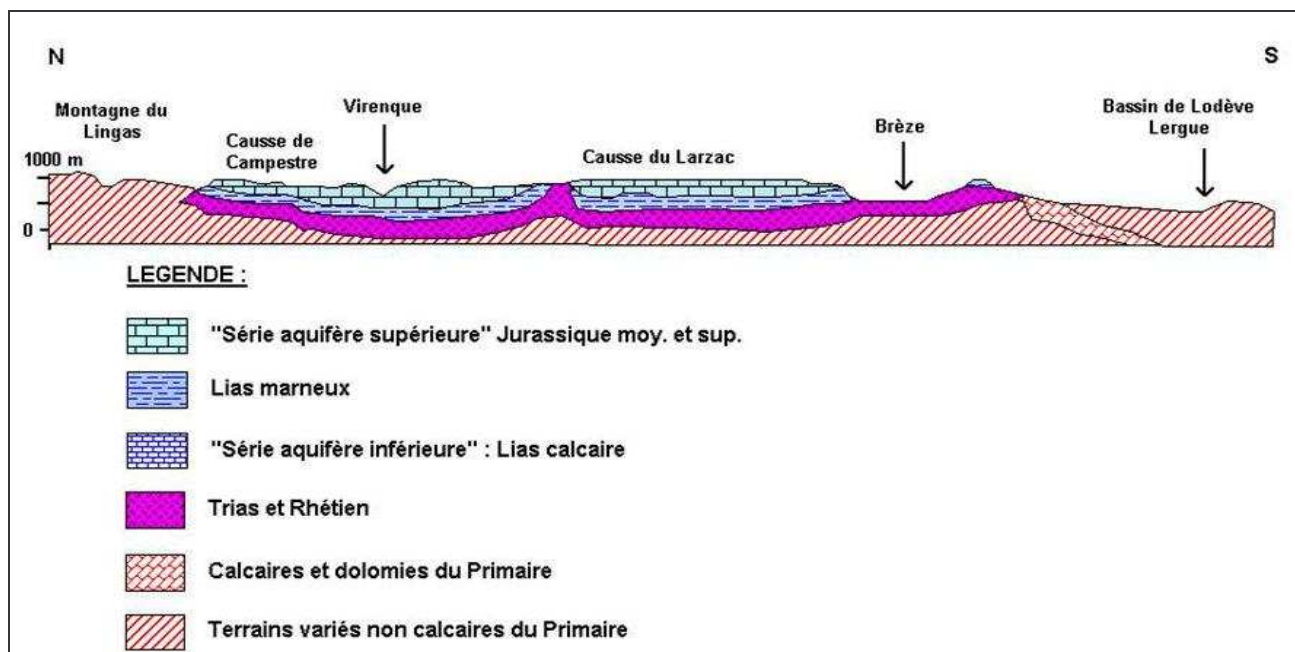


Figure 2 : Coupe schématique de l'aquifère karstique des causses du Larzac et de Campestre (source : BRGM)

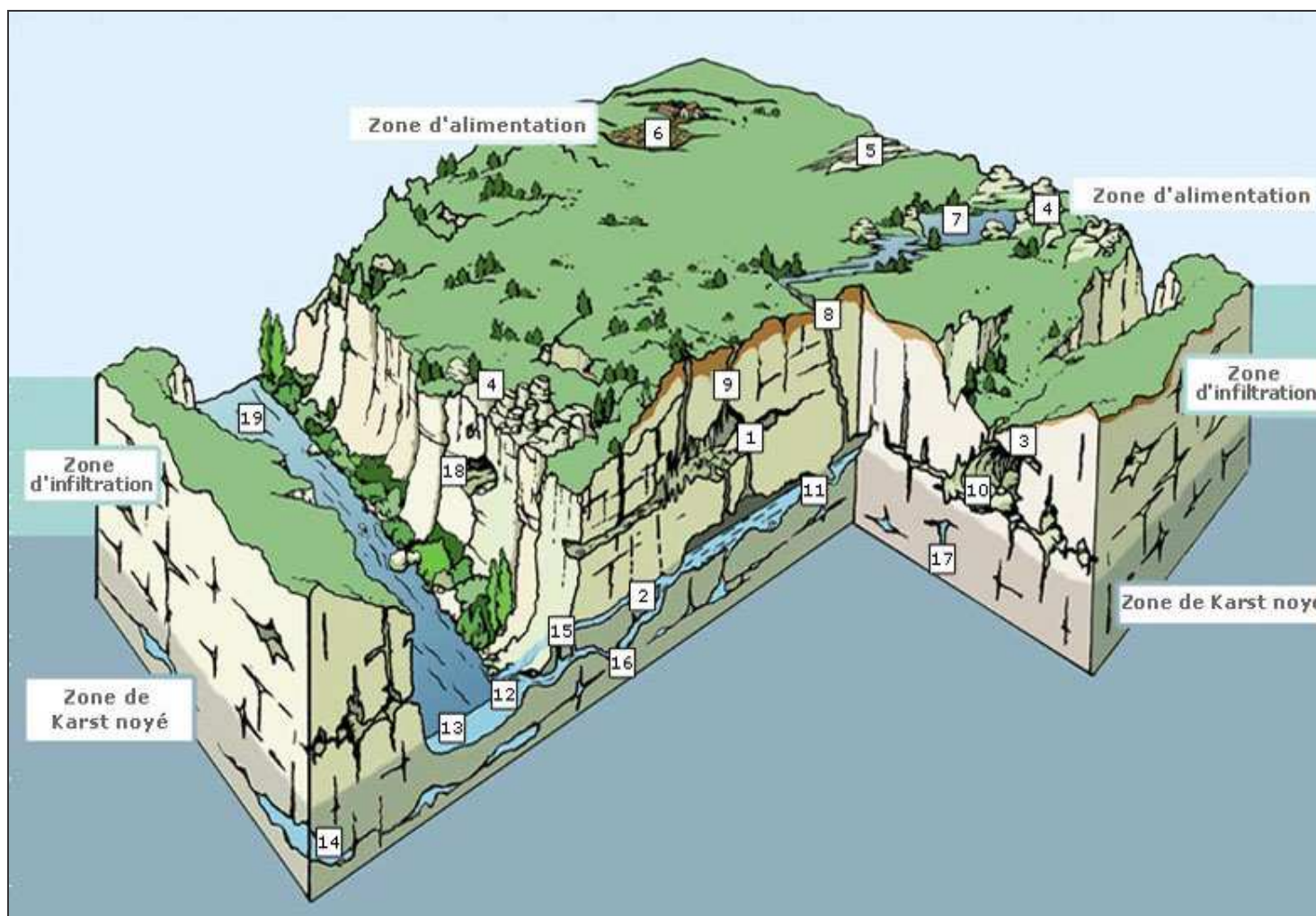


Figure 3 : Schéma fonctionnel d'un aquifère karstique

L'alimentation du système se fait par infiltration directe des pluies efficaces sur l'ensemble du causse et par quelques pertes. L'émergence des eaux souterraines est ensuite conditionnée par :

- le niveau de base représenté par les principales rivières (le Cernon, le Durzon, la Sorgue et la Vis),
- les structures lithologiques et tectoniques, et notamment la position des marnes imperméables du Toarcien qui vont jouer un rôle d'écran hydraulique.

Le causse peut être divisé en plusieurs systèmes karstiques, correspondant aux bassins d'alimentation des principales sources drainant le causse.

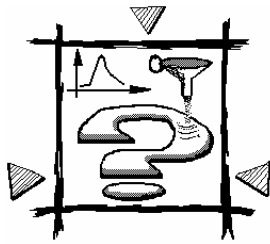
Le devenir des eaux d'infiltration de la commune de La Couvertoirade n'est pas connu avec certitude. Aucun traçage n'a été effectué dans le secteur. D'après les données du Parc Naturel des Grands Causses, elle se situerait à la limite des bassins d'alimentation des sources suivantes (voir **carte 1** en annexe) :

- la source du Durzon au Nord,
- la résurgence de la Sorgues à l'Ouest,
- la Foux de la Vis à l'Est.

2.2.3 – Usages de l'eau

Les différents usages recensés sont les suivants :

- **résurgence du Durzon** : les eaux sont captées par le SIAEP du Larzac et sont utilisées pour alimenter la pisciculture du Mas du Pommier.
- **résurgence de la Vis**. aucune prise d'eau n'est effectuée à la source pour un quelconque usage. Un captage d'eau potable est présent en aval de la résurgence (800 m) et capte la nappe d'accompagnement de la Vis. Aucun document n'a pu être obtenu vis-à-vis de ce captage. Les eaux de la Vis sont aussi utilisées pour la baignade en aval de la Foux notamment vers Saint-Laurent-les-Miniers. La gestion des eaux de la Vis doit suivre le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) défini par l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.
- **résurgence de la Sorgues** : les eaux sont captées par le SIAEP du Larzac et sont utilisées pour alimenter la pisciculture de la Sorgues.



3 – OPERATION DE TRAÇAGE

3.1 – OBJECTIFS

La technique du traçage artificiel est couramment utilisée en hydrogéologie karstique pour vérifier l'existence d'une relation entre un point d'infiltration donné (rejet d'eau) et un ou plusieurs exutoires.

Cette technique permet de mettre en relation le positionnement du rejet sur le bassin d'alimentation d'une source et de définir l'impact de ces rejets sur la ressource en eau. Il s'agit donc d'une véritable simulation de pollution.

3.2 – GENERALITES

L'opération de traçage en milieu karstique nécessite le respect de certaines conditions, notamment :

- la masse de traceur injectée doit être suffisante pour que sa présence puisse être détectée à l'exutoire. Les limites de détection des laboratoires actuels sont cependant très faibles (de 0,1 à 0,2 µg/l),
- l'injection de colorant en milieu karstique doit être instantanée (impulsion ou signal de Dirac) de manière à obtenir une réponse du système facilement interprétable,
- l'échantillonnage à la sortie du système (source) doit être réalisé avec un pas de temps adapté pour établir les variations de concentration du traceur restitué en fonction du temps.

Les mesures de débits doivent être réalisées afin de calculer notamment le pourcentage de traceur restitué à chaque exutoire.

L'interprétation des traçages permet alors d'obtenir des informations très intéressantes :

- sur la **structure** d'un système karstique si on s'intéresse au flux de traceur ayant transité par ce système,
- sur le **transit** de l'eau si on s'intéresse aux vitesses et aux temps de circulation de l'eau,
- sur la **capacité de dilution** du système.

Le traceur injecté ne va parcourir qu'une partie seulement du système karstique (appelé **système-traçage**). Les résultats que l'on obtiendra nous donneront donc des informations sur les modalités de transit de l'eau marquée et par conséquent sur la structure de la partie du système concerné par ce transit.

3.3 – POINT D'INJECTION

Deux injections étaient demandées :

1. le 1^{er} point est situé près de la station d'épuration actuelle, dans le village de la Couvertoirade. En effet, le rejet actuel du trop-plein s'effectue dans un aven protégé par des blocs de pierre et des parpaings recouverts de terre. Le tractopelle a permis de dégager l'aven permettant l'accès direct pour l'injection du traceur.
2. le second point est situé au Nord du hameau de la Blaquérierie, à environ 5 km au Nord-Ouest du village de la Couvertoirade. Le réseau d'assainissement est totalement hors d'usage et les eaux usées s'écoulent à partir d'un regard dans un champ. Une fosse au tracto-pelle a été réalisée dans le champ au bout de la zone d'infiltration.

Les coordonnées des points d'injection sont donc les suivantes :

Tableau 1 : Coordonnées du point d'injection

	X (Lambert 2)	Y (Lambert 2)	Z (m NGF)
Site 1 – aven de la STEP actuelle	678 887 m	1 879 297 m	770 m
Site 2 : Blaquérierie	674 498 m	1 883 888 m	755 m

3.4 – CHOIX DU TRACEUR ET QUANTITES INJECTEES

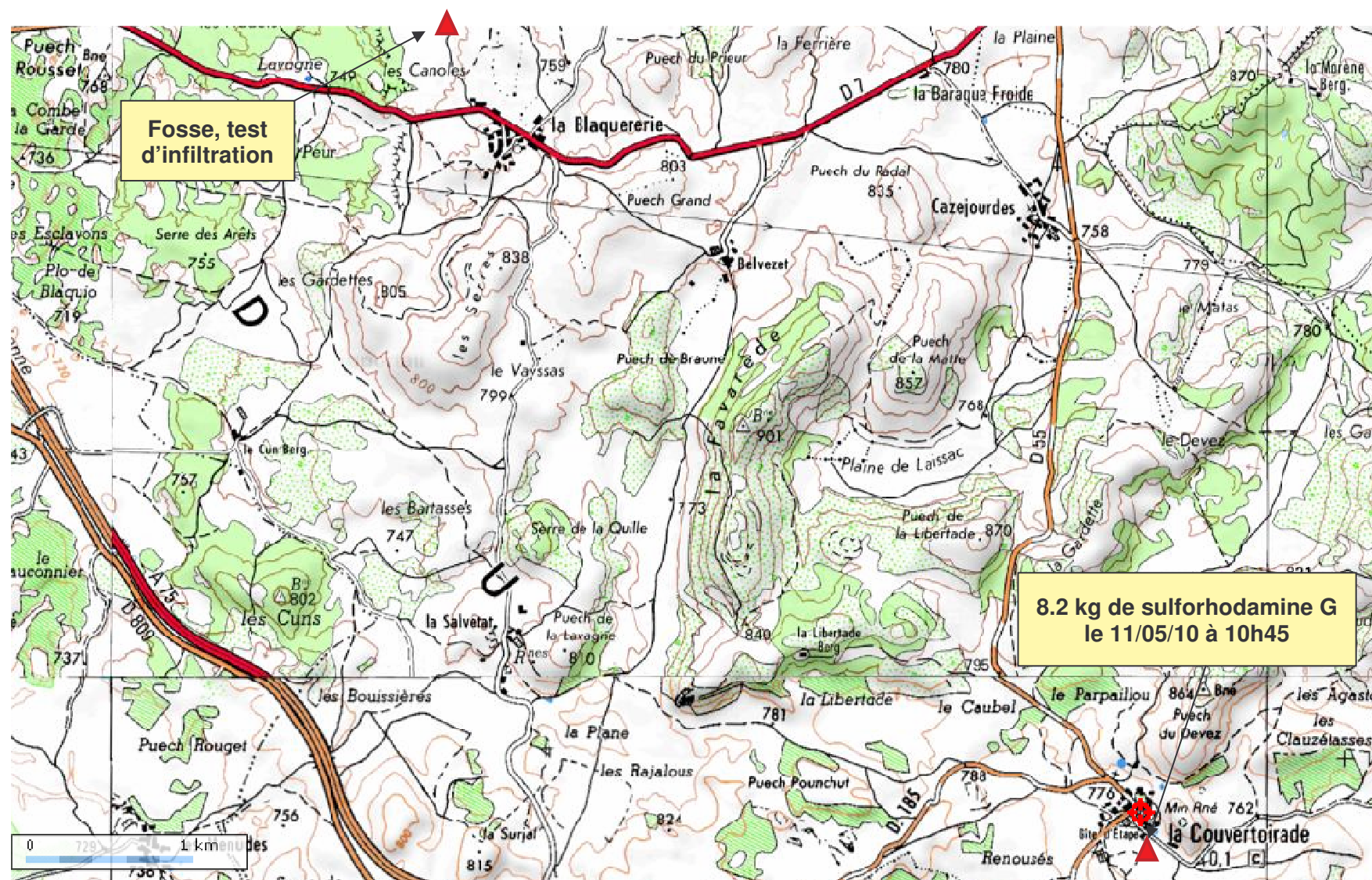
Le traceur utilisé est un traceur fluorescent facile à mettre en œuvre et à analyser par les laboratoires spécialisés. De plus, les seuils de détection dans les eaux naturelles sont très faibles et permet l'emploi de quantités modestes. Le seuil de détection à l'œil nu est faible ($\approx 100 \mu\text{g/l}$).

Tableau 2 : Limites de détection en laboratoire

Traceur	Eaux naturelles optiquement propres	Bruit de fond existant
Sulforhodamine B	0.008 $\mu\text{g/l}$	0.01 $\mu\text{g/l}$
Fluorescéine	0.002 $\mu\text{g/l}$	0.01 $\mu\text{g/l}$

La période d'injection se déroulant pendant les hautes eaux, les risques de dilution du traceur dans la zone noyée du karst sont importants. De plus, la distance entre les points d'injection était assez importante (plus de 10 km entre la STEP actuelle et la Foux de la Vis par exemple).

Afin de palier à ces problèmes, une quantité suffisante de traceur était prévue (entre 5 et 10 kg).



La nature du traceur et la quantité injectée sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Nature et quantité des traceurs injectés sur les différentes phases

Site	Nature du traceur	Quantité
Aven de la STEP	Sulforhodamine B	8,2 kg
La Blaquérierie	Fluorescéine	Prévu 6 kg

3.5 – PROTOCOLE D'INJECTION

3.5.1 – Injection sur le site - STEP

Les injections d'eau ont été réalisées par l'entreprise SEVIGNE par l'intermédiaire d'un camion citerne de 24 m³.

Le déroulement des opérations s'est fait comme suit :

- 10/05/10 entre 9h-12h : Dégagement de l'aven à l'aide d'un tractopelle de dimension : L 30 cm x l 20 cm.
- 11/05/10 à 09h30 : Injection de 15 m³ d'eau claire.
- 11/05/10 à 10h45 : Injection de 8,2 kg de Sulforhodamine B dilués dans 50 l d'eau.
- 11/05/10 à 11h00 : Injection de 9 m³ d'eau claire.
- 11/05/10 à 12h30 : Injection de 24 m³ d'eau claire.
- 12/05/10 à 08h30 : Injection de 24 m³ d'eau claire.

Tableau 4 : Protocole d'injection dans l'aven de la STEP actuelle

Date	Heure	Tache	Récapitulatif
11/05/2010	09h30	Injection de 15 m ³ d'eau claire	8,2 kg de Sulforhodamine B 72 m ³ d'eau injectée Infiltration de l'ordre de 24 m ³ /h
	10h45	Injection de 8,2 kg de Sulforhodamine B dilués dans 50 l d'eau	
	11h00	Injection de 9 m ³ d'eau claire	
	12h30	Injection de 24 m ³ d'eau claire	
12/05/2010	8h30	Injection de 24 m ³ d'eau claire	

3.5.2 – Injection sur le hameau de la Blaquérie

D'après quelques communications orales, le rejet de l'assainissement sur le hameau de la Blaquérie s'effectuerait dans un puisard. Il aurait été creusé dans un « rougier » sur une profondeur d'environ 4 m et comblé par des cailloux.

Ce système ne fonctionne plus depuis une quinzaine d'année après l'affaissement d'une partie de la canalisation d'eaux usées et de l'apparition de fait d'une contre-pente. Les eaux usées se répandent actuellement en surface d'une parcelle.

La fosse, réalisée au tracto-pelle le 10/05/2010 par Mr Izombard de la Mairie, est située à une vingtaine de mètres en amont du puisard, à hauteur de l'avant dernier regard. La profondeur atteinte est d'environ 2.50 m et s'est arrêtée sur une formation dolomitique très altérée, formant des blocs parcourus de veinules de dolomite emballés dans une formation sableuse.

Un test d'infiltration a été réalisé préalablement à l'injection du traceur afin de garantir les résultats aux points de suivi.

L'infiltration des eaux s'est avérée très faible (quelques cm à l'heure) et largement insuffisante pour une injection convenable du colorant.

Un essai d'injection d'eau dans le regard au niveau de la fosse a montré que la canalisation était bouchée au point de sortie dans le puisard.

Il a été décidé d'abandonner ce point d'injection pour plusieurs raisons :

- la réalisation d'une fosse plus proche du puisard ne saurait garantir une bonne injection en raison des argiles et des effluents accumulés depuis des années et colmatant le puisard,
- l'accumulation d'eau dans le puisard ne conduirait qu'à le remplir et le faire déborder sur le chemin et le champ cultivé en contrebas (d'autant plus rapidement que de forts orages ont été observés la veille),
- l'accès du site pour la citerne est très délicat en raison de la pente du terrain (il a fallu un camion et un tracteur supplémentaire pour sortir la citerne pourtant vide).

3.6 – SUIVI DE LA RESTITUTION

Le suivi de la restitution du traceur est réalisé aux points suivants (**cartes 1 et 2**) :

Tableau 5 : Localisation des résurgences suivies

Résurgence	Lieu-dit	Coordonnées géographiques		Z (m)	Distance depuis le point d'injection (m)	Gradient depuis le point d'injection (%)
		X (m)	Y (m)			
Durzon	Le Mas du Pommier	674 465	1 888 153	530	10 000	2.4
Foux de la vis	Amont de Navacelles	692 225	1 878 233	346	13 000	5.5
Sorgues	Sorgues	666 975	1 875 331	580	10 000	1.9

Le matériel installé au 3 points de suivi est le suivant :

Tableau 6 : Equipement des points de suivi

Point de suivi	Préleveur automatique	Fluorimètre de terrain	Sonde de niveau	Jaugeage
Source du Durzon	Oui	Oui	Non	Non
Résurgence de la Foux de la Vis	Oui	Non	Non	Oui
Résurgence de la Sorgues	Oui	Non	Non	Non

Au Durzon, le préleveur automatique et le fluorimètre de terrain ont été placés au niveau de la vasque.

A la Foux de la Vis, le préleveur automatique a été placé au niveau d'un griffon. Le matériel a été dégradé à plusieurs reprises (préleveur renversé....) malgré sa sécurisation par des chaînes.

A la Sorgues, le préleveur automatique a été installé dans la rivière à une dizaine de mètres en aval de la résurgence.

3.7 – ANALYSE DES ECHANTILLONS

Les échantillons prélevés ont été stockés dans des flacons en verre. L'analyse par spectrofluorimétrie a été réalisée au Laboratoire CETRAHE d'Orléans. Le spectrofluorimètre utilisé est un appareil mono-faisceau dont la résolution du balayage spectral est de l'ordre de 2 nm.

Sous l'action d'un rayon lumineux de longueur d'onde bien précise (**pic d'excitation**), les produits fluorescents émettent un rayonnement (**pic d'émission**) dont l'amplitude est proportionnelle à la concentration du produit analysé. La comparaison entre l'amplitude obtenue sur l'échantillon et l'amplitude d'une gamme étalon réalisée sur le même colorant permet alors de déterminer la concentration du produit.

La comparaison entre les longueurs d'ondes des échantillons analysés (**spectres d'émission et d'excitation**) et du traceur utilisé lors de l'injection permet de vérifier que l'intensité mesurée correspond bien aux produits recherchés.

Ainsi le spectre positif signifie que le colorant est présent dans l'échantillon analysé. A l'inverse, si le spectre est négatif, le produit analysé ne contient pas le traceur injecté (matière organique ou polluants divers). Ces substances peuvent contenir un mélange fluorescent interférent avec la mesure.

3.8 – SUIVI DES DEBITS

Les débits des sources surveillées doivent être connus afin d'interpréter le traçage de manière quantitative. Ces débits sont obtenus :

- par des stations de mesure limnimétrique gérée par le Parc Naturel Régional des Grands Causse (Durzon et Sorgues),
- par des jaugeages au micromoulinet à 800 m en aval de la résurgence de la Vis, au niveau du captage AEP exploité par le SIVOM du Larzac. La DREAL de Montpellier nous a fourni les données de hauteur d'eau durant la période de suivi.

3.9 – RESULTATS

3.9.1 – Débit moyen de la Foux de la Vis

Le débit de la résurgence de la Foux de la Vis a été suivi du 7 mai au 14 juin. La **figure 4** montre l'évolution des débits de cette résurgence et des précipitations enregistrées à Cornus durant la période de suivi.

Au début de l'étude, le débit de la résurgence oscille entre 2,73 et 4 m³/s avec une nette décroissance pendant la période de suivi. Le **débit moyen** de la Foux de la Vis pendant le suivi est de **3,86 m³/s** soit **13 896 m³/h**.

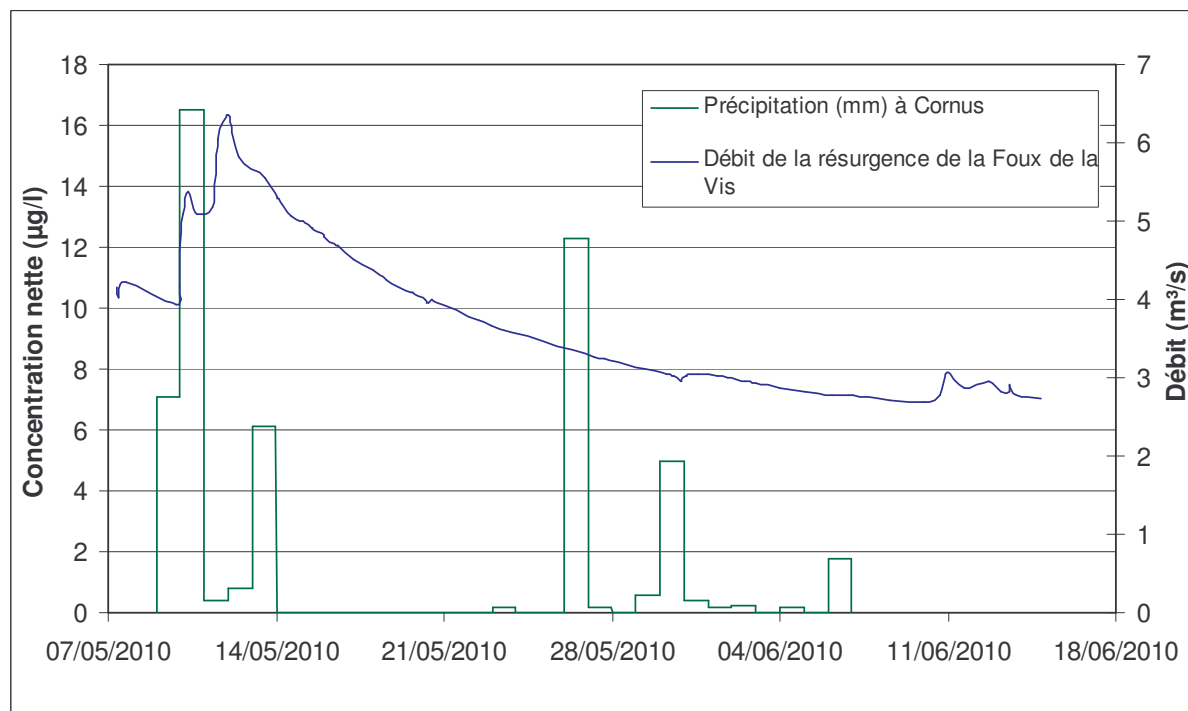


Figure 4 : Débits calculés à la résurgence de la Foux de la Vis et précipitations enregistrées à Cornus (Météo France)

3.9.2 – Restitution

Les analyses spectrofluorimétriques réalisées sur les échantillons prélevés confirment une restitution en Sulforhodamine à la Foux de la Vis. Les analyses des échantillons sur la résurgence de la Sorgue et la source du Durzon n'ont pas révélé la présence du traceur. L'ensemble des données est présenté en annexe 1.

La courbe de restitution présente une forme globale pluri-modale peu caractéristique (voir **figure 5**) avec plusieurs pics de restitution.

Le traceur apparaît à la résurgence de la Foux de la Vis le 16/05/2010 à 23h41 soit 5 j et 12 h après l'injection. La distance linéaire entre l'aven de la Couvertoirade et la résurgence de la Vis étant de 13 km, la vitesse maximale est de 97,8 m/h. Cette vitesse correspond aux 1^{ères} arrivées de traceur. Il faut noter que le traçage s'est déroulé en période de hautes eaux, donc avec des vitesses d'écoulement élevées. Le temps modal (temps du maximum de restitution) est de 7 j et 10 h soit une vitesse modale de 73 m/h.

Le taux de restitution du traceur (rapport entre la masse injectée et la masse restituée) s'élève à 52 % soit près de 4,2 kg de traceur restitué.

La fin de restitution est calculée le 31/05/10 à 11h31 soit 20 j après l'injection. Le temps de passage du traceur est de 14 j environ.

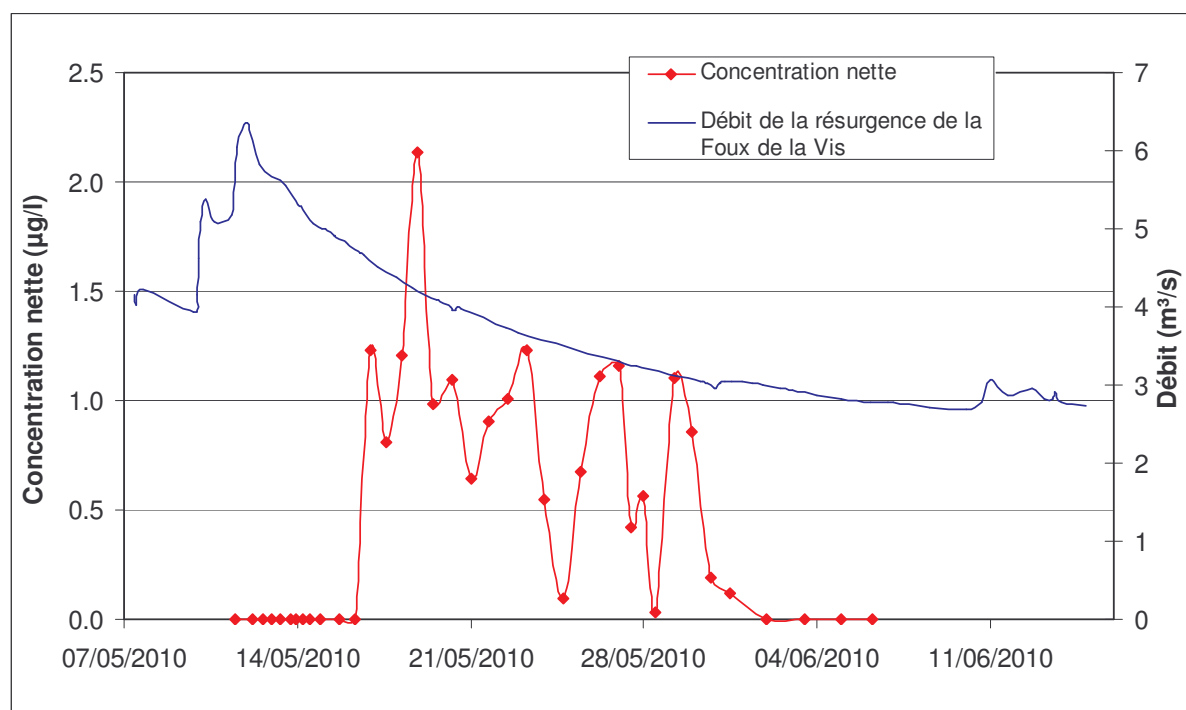


Figure 5 : Courbe de restitution en Sulforhodamine à la Foux de la Vis

La concentration maximale en traceur est très faible ($2 \mu\text{g/l}$) ce qui donne un taux de dilution unitaire élevé ($2,61 \cdot 10^{-10} \text{ l}^{-1}$). Ce taux de dilution correspond au rapport entre la concentration maximale restituée et la masse injectée. Il permet ainsi de simuler une pollution accidentelle qui pourrait subvenir au niveau de la STEP de La Couvertoirade dans les mêmes conditions hydrogéologiques du traçage (hautes eaux).

Les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Résultats du traçage à la Sulforhodamine B

Lieu d'injection	Aven de la STEP (Couvertoirade)
Restitution	Foux de la Vis
Date d'injection	11/05/2010 10:45
Traceur	Sulforhodamine B
Distance apparente (m)	13 000
Masse injectée (g)	8 200
Masse restituée (g)	4 204
Restitution (%)	51.27%
Temps	
Apparition du traceur (j)	5.54
Temps modal (j)	7.41
Temps moyen de séjour (j)	8.77
Durée de restitution (j)	14.49
Vitesses	
Vitesse d'apparition (m/j)	2 347
Vitesse modale (m/j)	1 753
Vitesse moyenne (m/j)	1 357
Vitesse apparente (m/j)	1 482
Concentrations et Dilutions	
Concentration initiale (g/l)	164
Concentration max (g/l)	2.14E-06
Dilution minimale	1.30E-08
Dilution unitaire (l^{-1})	2.61E-10
DTS Max (s^{-1})	2.12E-06

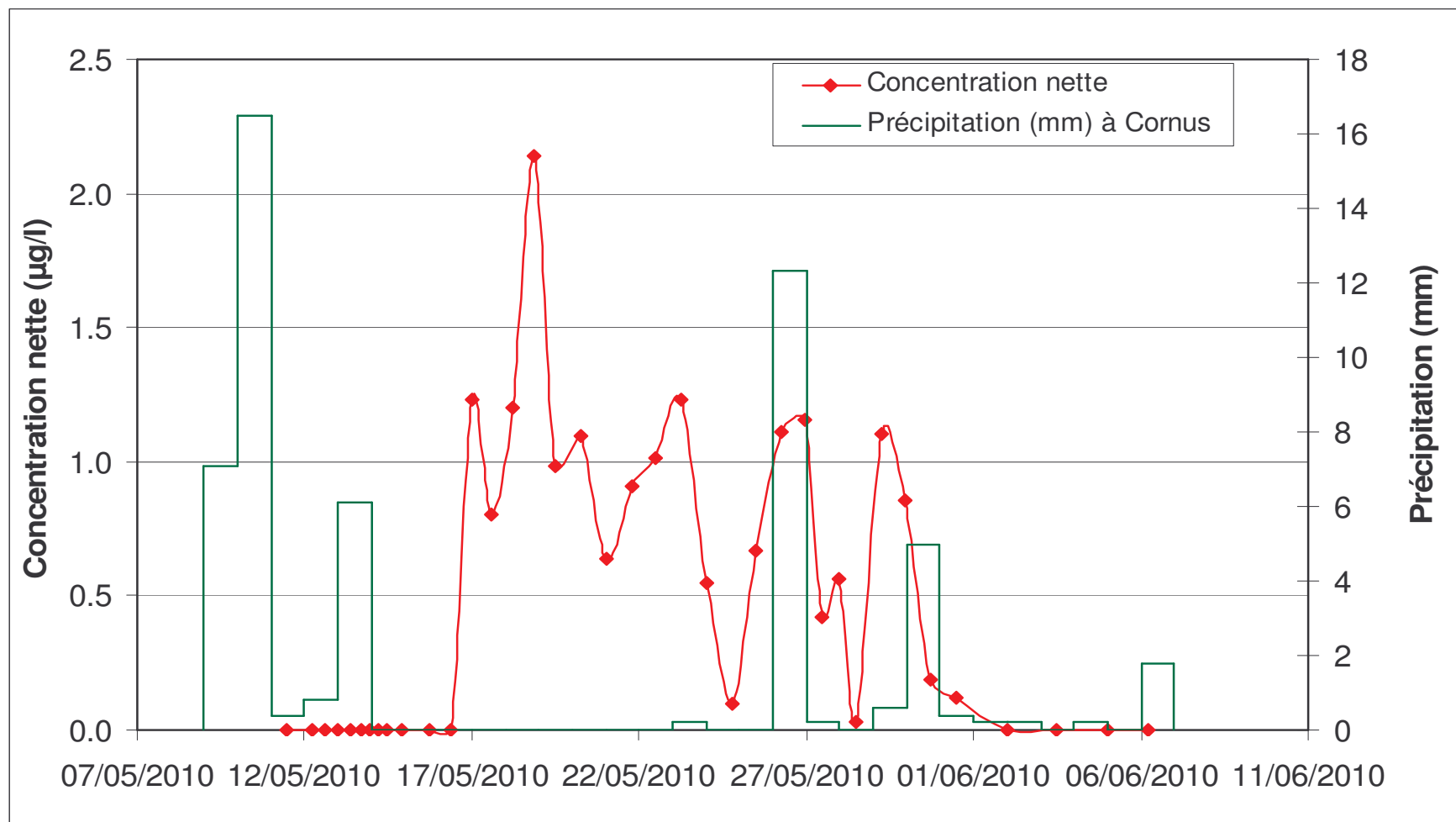
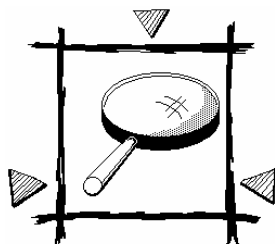


Figure 6 : Courbe de restitution de la Sulfurhodamine B



4 – DONNEES DU PROJET

4.1 – DONNEES DE CHARGES POLLUANTES

Le bourg de La Couvertoirade compte 75 abonnés raccordés au réseau d'assainissement collectif. La consommation totale annuelle pour les abonnés raccordés est de 2847 m³ soit 38 m³ par abonné.

Cette collectivité fait partie d'un label « Plus beau village de France » (dont 10 dans le département de l'Aveyron) avec une affluence touristique importante en période estivale. Le mois de pointe touristique est le mois d'août.

La charge polluante des eaux usées à traiter dépend donc fortement de la fréquentation touristique du site. Le tableau 8 présente les bilans des charges polluantes à traiter pendant la haute saison touristique et hors saison (source Cabinet MERLIN).

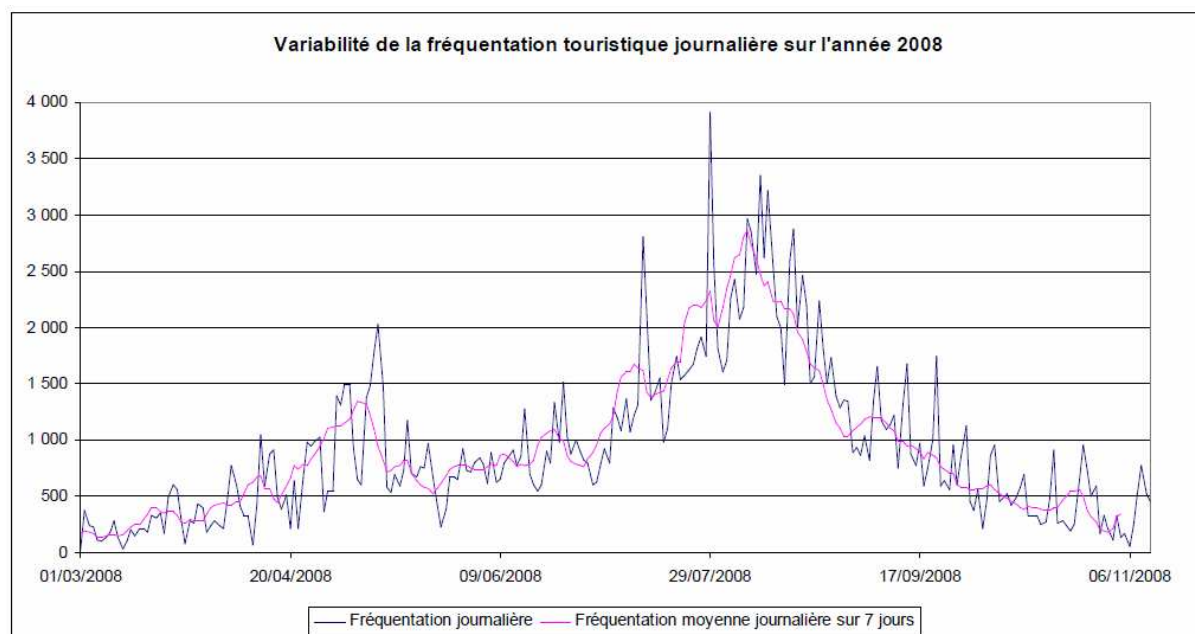


Figure 7 : Variabilité de la fréquentation touristique journalière sur l'année 2008

Tableau 8 : Bilan des charges polluantes des eaux usées pendant la haute saison touristique et hors saison (source : Cabinet MERLIN)

	Paramètres	Moyenne pondérée journalière	Pointe journalière	Moyenne pondérée journalière sur 5 jours de pointe
Haute saison touristique	DBO ₅ (mg/l)	303	680	475
	DCO (mg/l)	687	1470	1056
	MES (mg/l)	282	860	498
	Flux DBO ₅ (kg/j)	9.33	14.21	11.46
	Flux DCO (kg/j)	21.15	30.72	25.47
	Flux MES (kg/j)	8.70	22.45	12.00
Hors saison	DBO ₅ (mg/l)	134	140	-
	DCO (mg/l)	270	283	-
	MES (mg/l)	75	89	-
	Flux DBO ₅ (kg/j)	0.77	0.82	-
	Flux DCO (kg/j)	1.54	1.64	-
	Flux MES (kg/j)	0.43	0.45	-

Les installations d'eaux usées ont été dimensionnées pour 275 EH. Concernant les débits traités, une anticipation à hauteur de 15 % d'eaux claires parasites est effectuée. Les évaluations de la charge hydraulique journalière et horaire sont présentées ci-dessous :

Tableau 9 : Evaluation des charges hydrauliques pour une station de 275 E.H. avec 15 % d'eaux claires parasites

Charge hydraulique	Pointe journalière
Débit journalier (m ³ /j)	41,74
Débit horaire (m ³ /h)	4,74

4.2 – DESCRIPTION DES FILIERES DE TRAITEMENT ENVISAGEES

A – « Lits plantés de roseaux »

Les eaux usées alimentent directement la station de traitement après un prétraitement (dégrillage possédant des entrefers de 30 à 50 mm). Cette filière de traitement est caractérisée par une organisation à 2 étages.

Le massif filtrant du 1^{er} étage est constitué de graviers fins et alimenté par les eaux brutes ayant subi un dégrillage. Les processus épuratoires sont assurés par des microorganismes fixés, présents dans les massifs filtrants mais aussi dans la couche superficielle de boues retenues sur la plage d'infiltration. Les roseaux évitent le colmatage du massif filtrant grâce aux tiges qu'ils émettent depuis des nœuds de leurs tiges souterraines. Ils créent également des conditions favorables à la minéralisation des matières organiques particulières contenues dans les effluents. La contribution des roseaux aux prélèvements de nutriments est pratiquement négligeable du fait de la taille réduite des surfaces plantées comparée à l'importance des apports.

Le massif filtrant du 2^{ème} étage, constitué majoritairement de sable, complète le traitement de la matière organique, essentiellement dissoute, ainsi que l'oxydation des composés azotés.

Avec un réseau séparatif, le dimensionnement global de l'installation est de 2,0 m² par équivalent habitant (environ 1,2 m² pour le 1^{er} étage et 0.8 m² pour le 2^{ème} étage).

Les filtres de macrophytes plantés doivent être alimentés en alternance soit :

- l'alimentation d'un des 3 filtres branchés en parallèle de 110 m² chacun (soit 1,2 m² par équivalent habitant) du premier étage qui dure 3 à 4 jours, suivi d'un repos d'une semaine,
- l'alimentation d'un des 2 filtres de 110 m² chacun (soit 0.8 m² par équivalent habitant) du second étage qui dure 1 semaine, suivi d'un repos d'une semaine.

Les filtres sont étanchéifiés et drainés.

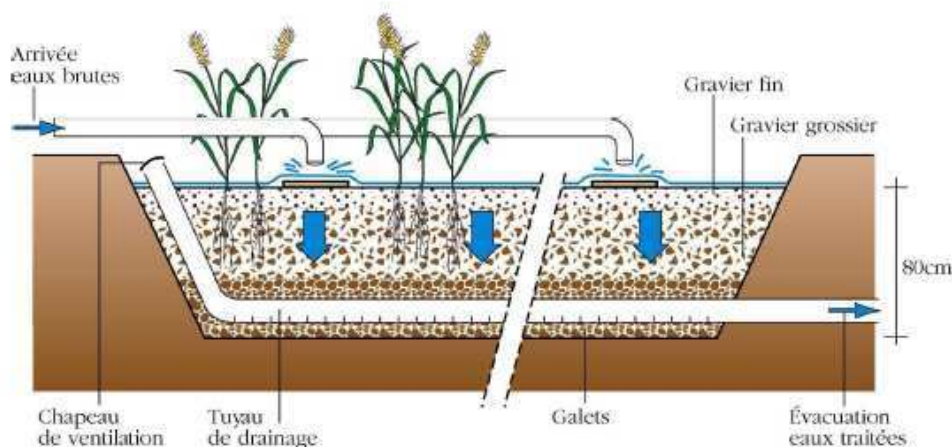


Figure 8 : Vue en coupe d'un « Lits plantés de roseaux »

Des boues sont produites à la suite de ce traitement. Elles doivent être évacuées des lits tous les 10 à 15 ans. Ces boues possèdent un taux de matières sèches à hauteur de 20 %.

B – « Disque biologique »

A l'arrivée du collecteur de refoulement, les eaux usées subissent un prétraitement à l'aide d'un dégrilleur fin ou tamis rotatif. Il est destiné à la séparation des corps flottants et compacts. Il permet d'améliorer le traitement primaire des eaux usées en éliminant les éléments non biodégradables. La filière disques biologiques nécessite un prétraitement efficace.

Les eaux prétraitées transitent ensuite vers le décanteur-digester assurant une fonction de décantation des particules en suspension contenues dans les eaux et la digestion anaérobie de la fraction organique des dépôts préalablement décantés.

Les eaux sont ensuite dirigées vers les biodisques qui constituent un procédé de traitement biologique à cultures fixées. Le réacteur biologique est constitué d'une série de disques montés sur un axe horizontal. Les micro-organismes responsables de la dégradation sont fixés naturellement sur les disques et forment un biofilm d'une épaisseur d'environ 1 à 4 mm. Environ 40 % de la surface des disques est immergée. Le mouvement rotatif des disques autour de l'axe expose alternativement la biomasse à l'atmosphère et aux eaux usées permettant ainsi l'aération et le mélange des eaux usées. Des boues décantées sont produites et peuvent être acheminées vers un lit de séchage planté de roseaux. Cet aménagement remplit les rôles de stockage des boues, de réduction de leurs volumes par gain de siccité et de leurs stabilisations par compostage.

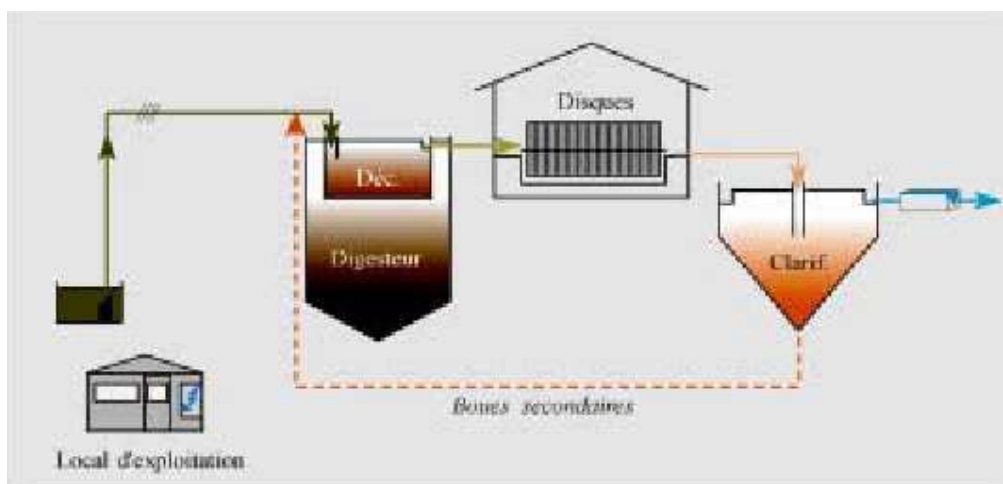


Figure 9 : Synoptique de la filière « Disques biologiques »

4.3 – REGLEMENTATION SUR LES REJETS

Pour une capacité de 275 EH, l'unité de traitement recevra une charge polluante supérieure à 12 kg de DBO₅/jour. L'installation sera donc soumise à déclaration au titre du Code de l'Environnement.

D'après l'article 10 de l'arrêté du 22 juin 2007, « *Si les effluents traités sont infiltrés, l'aptitude des sols à l'infiltration est établie par une étude hydrogéologique jointe au dossier de déclaration ou de demande d'autorisation et qui détermine :*

- *l'impact de l'infiltration sur les eaux souterraines (notamment par réalisation d'essais de traçage des écoulements) ;*
- *le dimensionnement et les caractéristiques du dispositif de traitement avant infiltration et du dispositif d'infiltration à mettre en place ;*
- *les mesures visant à limiter les risques pour la population et les dispositions à prévoir pour contrôler la qualité des effluents traités.*

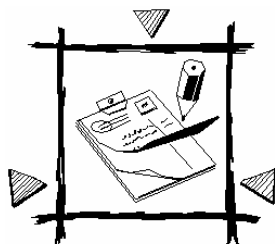
Cette étude est soumise à l'avis de l'hydrogéologue agréé. Le traitement doit tenir compte de l'aptitude des sols à l'infiltration des eaux traitées et les dispositifs mis en œuvre doivent assurer la permanence de l'infiltration des effluents et de leur évacuation par le sol. »

Les performances minimales relatives aux ouvrages de traitement inférieurs à 120 kg de DBO₅/jour sont fixées par l'arrêté du 22 juin 2007 et décrites dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : Réglementation des rejets d'ouvrage de traitement des eaux inférieure à 120 kg de DBO₅/jour

Paramètres	Concentration en sortie (mg/l)	Rendement minimum à atteindre (%)
DBO ₅	35	60
DCO	-	60
MES	-	50

Pour le paramètre DBO₅, les performances sont respectées soit en rendement, soit en concentration.



5 – IMPACTS DU PROJET

5.1 – IMPACTS PENDANT LA PHASE CHANTIER

En phase travaux, les impacts proviendront essentiellement de la déstructuration des sols liée au passage des engins, à la construction des voies d'accès ou au déplacement de terre lors de réalisation des tranchées ou des fondations.

La conséquence directe de ce changement est l'augmentation du coefficient de ruissellement (par imperméabilisation de la surface couverte) et donc indirectement par l'augmentation du débit ruisselé notamment lors des forts épisodes pluvieux.

L'autre conséquence indirecte provient du lessivage des fines produites par les travaux (poussières, déblais), qui se résolubilisent par temps de pluie et s'infiltrent directement dans l'aquifère karstique sous-jacent.

Le risque accidentel est très faible, lié principalement à la rupture d'un flexible d'un engin ou au déversement d'un produit type huile ou fioul. Les quantités mises en jeu sont en général très faibles et les entretiens des engins sont effectués hors site.

5.2 – IMPACTS PENDANT LA PHASE EXPLOITATION

5.2.1 – Impacts de la charge organique

Le tableau ci-dessous présente les charges polluantes brutes (source : Cabinet MERLIN), abattues de 60 et de 95 % ainsi que les concentrations en charges polluantes restituées à la résurgence de la Foux de la Vis en période de hautes eaux.

Tableau 11 : Concentrations attendues au niveau de la résurgence de la Vis (HE) avec un abattement de 0 %, de 60 % et de 95 % des charges polluantes

Haute saison touristique en pointe journalière HE			
Taux dilution minimal	2.30E-08		
Paramètres	DBO5	DCO	MES
Concentration effluent non traité (g/l)	0.68	1.47	0.86
Concentration abattement STEP 60% (g/l)	0.272	0.588	0.344
Concentration abattement STEP 95% (g/l)	0.034	0.0735	0.043
Concentration non traitée restituée (g/l)	8.84E-09	1.91E-08	1.12E-08
Concentration STEP traitée 60% restituée (g/l)	3.54E-09	7.64E-09	4.47E-09
Concentration STEP traitée 95% restituée (g/l)	4.42E-10	9.56E-10	5.59E-10
Limites de qualité eau AEP (g/l)	0,003	0,030	0,025

Ainsi, dans les mêmes conditions d'injection et de transfert que celles du traçage, une absence de traitement des eaux usées entraînerait une concentration supplémentaire à la résurgence de la Vis de l'ordre de **0,009 µg/l en DBO5 ce qui est très faible**.

Cette concentration atteint 0.004 µg/l après abattement de 60 et 95 % et reste également très faible pour les paramètres DCO et MES.

En terme de pollution organique, l'impact du rejet de la STEP de la Couvertoirade sur la ressource en eau reste donc très faible, lié en grande partie à la forte dilution de la Foux de la Vis pendant la période de suivi (débit supérieur à 2 m³/s).

Il est important de noter que cette simulation a été faite sur les mêmes hypothèses que le traçage (même point d'injection, mêmes conditions hydrologiques).

Les concentrations attendues à la Foux de la Vis en période de basses eaux sont probablement plus importantes (effet de dilution moins important). Cependant, l'impact devrait néanmoins rester très faible puisque le débit de la Foux de la Vis reste assez important même en période de fort étiage.

5.2.2 – Impacts bactériologiques

D'après les données théoriques issues de la littérature, les eaux usées brutes contiennent une forte charge bactériologique en coliformes, streptocoques fécaux et virus (**tableau 12**).

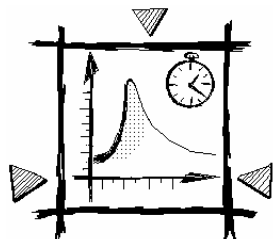
D'après les données communiquées par le SATESE Languedoc-Roussillon, l'abattement caractéristique des STEP concernant ces paramètres est de 2 unités log (10⁻²).

La charge bactériologique attendue en sortie de STEP est exprimée dans le **tableau 12**.

Tableau 12 : Charges bactériologiques des eaux usées brutes et traitées

Paramètres	Coliformes totaux	Streptocoques fécaux	Virus
Charges (UFC/100 ml)	1.E+08	1.E+07	1.E+05
Abattement	1.E-02		
Charges bactériologiques des effluents en sortie de STEP (UFC/100 ml)	1.E+06	1.E+05	1.E+03

Si on considère qu'il n'y a pratiquement aucune épuration naturelle dans le système karstique (le rejet se fait dans un aven et 50 % du traceur est restitué à la Foux de la Vis), l'impact de la station notamment en période de pointe peut être important. Il y a donc lieu de mettre en place des mesures compensatoires visant à réduire cet impact, sachant que la Vis fait partie d'une masse d'eau prioritaire à protéger au sens des prescriptions du SDAGE.



5 – CONCLUSION ET MESURES COMPENSATOIRES

5.1 – CONCLUSION

La commune de la Couvertoirade prévoit le remplacement de sa station d'épuration. Le projet sera localisé à 200 mètres de l'actuelle station de traitement des eaux usées. La filière de traitement sera de type « lits plantés de roseaux » ou « biodisques munis de lits de séchage » d'une capacité de 275 EH. Le réseau des eaux usées est strictement séparatif. Les eaux issues du réseau pluvial seront traitées dans la limite de la capacité de la STEP. En cas d'apport trop important, le surplus sera dirigé vers un trop-plein.

L'hydrogéologue agréé M. ASTRUC a demandé que soit réalisé un traçage hydrogéologique depuis l'aven où s'effectuent les rejets actuels. Le traçage a été réalisé le 11/05/2010 avec 8 kg de Sulforhodamine.

Une autre injection a été programmée sur le hameau de la Blaquérierie. Cependant, elle a été annulée à cause des très faibles capacités d'infiltration des fosses et de l'absence de point d'infiltration préférentielle à proximité (aven, doline...).

Les résultats du traçage confirment les éléments suivants :

- le secteur est drainé vers la résurgence de la Vis, avec des vitesses de transit de l'ordre de 80 m/h en hautes eaux (soit 5 jours pour faire les 13 km séparant le rejet de la source). La résurgence de la Vis présente un intérêt touristique et patrimonial important (lieux de baignade). Un captage se situe 800 m en aval de la résurgence et capte la nappe d'accompagnement de la rivière.
- 50 % du traceur injecté a été restitué. Ce taux de restitution est assez élevé et indique un très faible pouvoir d'épuration du système karstique tracé,
- le taux de dilution unitaire est très élevé ($2,61 \cdot 10^{-10} \text{ l}^{-1}$) à mettre en relation avec les faibles concentrations trouvées en traceur et le fort débit de la Vis pendant la période de suivi.

Ainsi, dans les mêmes conditions d'injection et de transfert que celles du traçage, une absence de traitement des eaux usées entraînerait une concentration supplémentaire à la résurgence de la Vis de l'ordre de **0,009 µg/l en DBO5 ce qui est très faible. En terme d'augmentation de la charge organique, l'impact de la station sur la ressource en eau souterraine reste négligeable.**

Cependant, les deux types de station ne permettent pas d'abattre considérablement la charge bactériologique (2 unités log en moyenne). Au vue de la charge de pointe prévisionnelle et saisonnière des rejets de la commune et compte tenu des résultats du traçage (faible pouvoir épuratoire), on peut donc considérer que l'impact bactériologique des rejets de la station peut être important.

Il est important de noter que la Vis fait partie de la masse d'eau superficielle « l'Hérault » et qu'elle représente un site d'intérêt communautaire et patrimonial (zone NATURA 2000). Les orientations du SDAGE sur cette masse d'eau sont les suivantes :

- mettre en place un traitement des rejets d'eau domestique et industrielle plus poussé,
- traiter les rejets d'activités vinicoles et/ou de productions agroalimentaires,
- définir les ressources faisant l'objet d'objectifs plus stricts et/ou préserver en vue de leur utilisation future pour l'alimentation en eau potable.

Il est également important de noter que le site d'implantation est globalement très vulnérable aux pollutions ponctuelles, du notamment à la présence d'aven ainsi qu'à la forte perméabilité des couches superficielles reconnues sur site (jusqu'à 450 mm/h).

5.2 – MESURES COMPENSATOIRES

5.2.1 – En phase chantier

En phase chantier, il est recommandé les points suivants :

1. Toutes les mesures doivent être engagées afin d'éviter tous déversements accidentels de produits polluants. Une sensibilisation de l'ensemble du personnel affecté sur le chantier devra être engagée. Aucun entretien d'engins ne devra être effectué sur le site.
2. Toutes rencontres de zones fortement karstifiées (fracture ouverte, zone de perte) devra être signalées au Maître d'œuvre de l'opération. Ces points constituent des zones préférentielles d'écoulement qu'il faudra prendre en compte lors des travaux et des zones de soutirage ou d'effondrement qui pourront avoir un impact sur les travaux.

Les recommandations suivantes doivent s'appliquer afin de réduire les impacts sur la ressource en eau :

- Purger toutes pollutions accidentelles pouvant survenir (rupture de flexibles, etc.).
- Entretenir ou réparer les engins sur des aires étanches hors de la zone.
- Récupérer les eaux de ruissellement turbides et éviter leur infiltration.

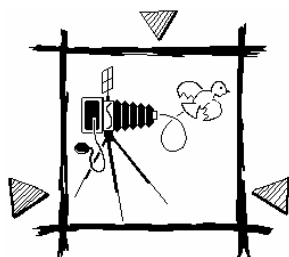
5.2.2 – En phase exploitation

L'analyse des impacts a démontré que le principal problème provenait :

1. de la vulnérabilité du site avec la présence d'aven à proximité et de couches d'altération assez perméables,
2. de la forte charge bactériologique, même après traitement, qui pourrait impacter la Foux de la Vis.

De ce fait, nous préconisons les mesures suivantes :

- éviter tout rejet direct d'effluents même traités dans une zone fortement karstifiée (une solution de tranchée d'épandage avait été envisagée)
- envisager une désinfection des eaux traitées avant rejet. Elle ne se justifie que pendant les périodes estivales (3 mois d'été) ou la charge polluante est la plus importante et concentrée.



PHOTOS

Photo 1 : Source du Durzon	35
Photo 2 : Préleveur automatique installé à la source du Durzon	35
Photo 3 : Fluorimètre installé à la source du Durzon	36
Photo 4 : Résurgence de la Foux de la Vis	36
Photo 5 : Préleveur automatique installé à la résurgence de la Foux de la Vis	37
Photo 6 : Résurgence de la Sorgue	37



Photo 1 : Source du Durzon



Photo 2 : Préleveur automatique installé à la source du Durzon

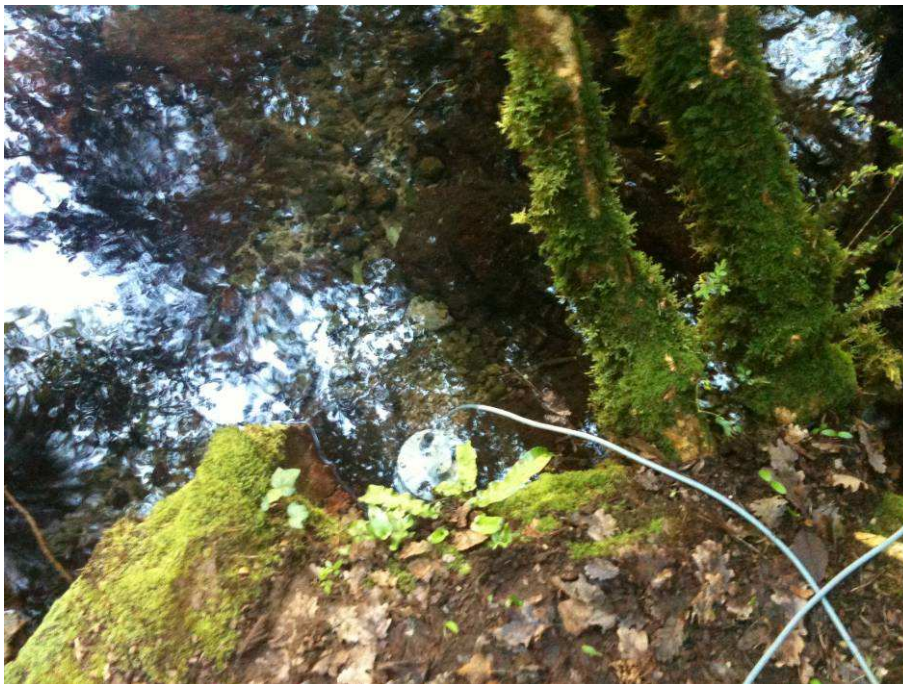


Photo 3 : Fluorimètre installé à la source du Durzon



Photo 4 : Résurgence de la Foux de la Vis



Photo 5 : Préleveur automatique installé à la résurgence de la Foux de la Vis

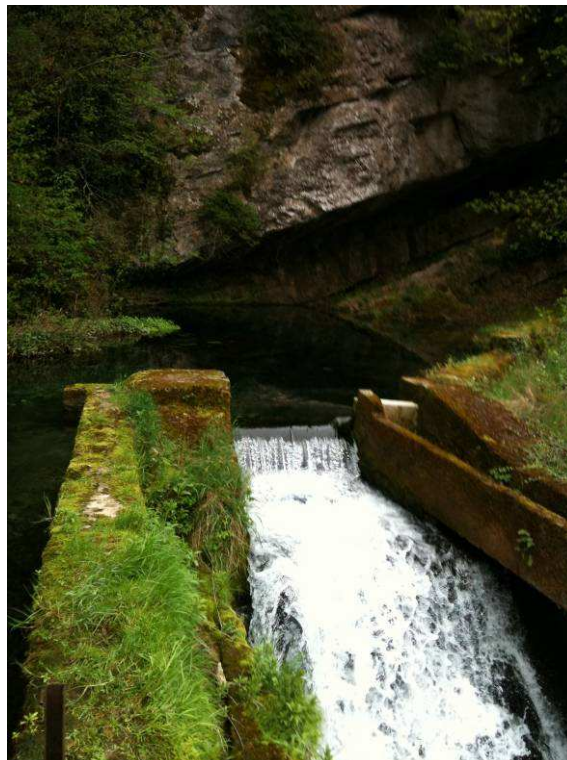
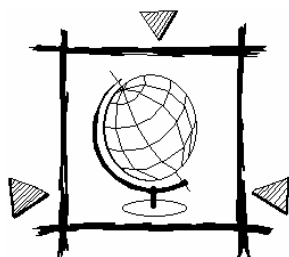


Photo 6 : Résurgence de la Sorgue



CARTES

LISTES DES CARTES

Carte 1 : Traçage depuis l'aven de La Couvertoirade- Injection et suivi - mai 2010 (cartes géologiques BRGM)39

Source du Durzon

Légende

- ★ Point d'injection
- ◆ Préleveurs automatiques
- ◆ Fluorimètre
- Restitution

Aven STEP "La Couvertoirade"
Injection 11/05/2010
8.2 kg Sulforhodamine B

Résurgence de la Foux de la Vis

Résurgence de la Sorgue

1ère restitution : 16/05/2010

To = 5,54 jours

Vmax = 97 m/h

Cmax = 2,14 µg/l

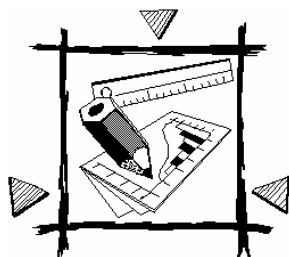
Masse restituée = 52 %

TDU = 2,61E-10

Traçage depuis la station de traitement des eaux de La Couvertoirade (hautes eaux)

Source : Carte géologiques du BRGM - Echelle 1 / 60 000





ANNEXES

LISTES DES ANNEXES

Annexe 1 : Résultat des tracés	41
Annexe 2 : Avis de l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique	42
Annexe 3 : Mémoire explicatif du traitements des eaux (source : Cabinet MERLIN)	43

Annexe 1 : Résultat des tracages

Annexe 2 : Avis de l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique

Annexe 3 : Mémoire explicatif du traitement des eaux (source : Cabinet MERLIN)

Annexe 4 : Données de débit